Der Einfluß kleinster Strahlendosen auf die Keimfähigkeit von Samen, speziell: „Ist die Beta-Aktivität ein keimauslösender Faktor?"

von

Inge Robra

aus Salzwedel (Altmark)

1965

1965 № 150

Aus der MEDIZINISCHEN KLINIK der
FRIEDRICH - ALEXANDER - UNIVERSITÄT
ERLANGEN - NÜRNBERG
(Direktor: Prof. Dr. med. N. HENNING)

DER EINFLUSS KLEINSTER STRAHLENDOSEN AUF DIE KEIMFÄHIGKEIT VON SAMEN, SPEZIELL : "IST DIE BETA-AKTIVITÄT EIN KEIMAUSLÖSENDER FAKTOR?"

INAUGURAL-DISSERTATION
zur
ERLANGUNG der DOKTORWÜRDE
der
HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
der
FRIEDRICH-ALEXANDER-UNIVERSITÄT
zu ERLANGEN-NÜRNBERG

vorgelegt von
Inge R o b r a
aus Salzwedel (Altmark)
im September 1964

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg

Dekan: Professor Dr. Dr. G. Steinhardt
1. Referent: Professor Dr. F. Wachsmann
2. Referent: Professor Dr. med. N. Henning

Tag der mündlichen Prüfung: 1. Oktober 1965

Inhaltsübersicht

I. Veranlassung zur Untersuchung

Bisherige Ergebnisse über die Wirkung kleinster Strahlendosen auf pflanzliches Gewebe. (Literaturübersicht)

II. Aufgabestellung

III. Methodik

Material, Versuchsanordnung und Versuchsbedingungen.

IV. Beschreibung der Versuchsserien und Ergebnisse

1. Versuche betreffend gegenseitige Beeinflussung zwischen bestrahlten und unbestrahlten Samen
2. Ermittlung einer günstigen Keimprozentausgangslage
3. Variation der Dosishöhe
4. Variation des Zeitpunktes der Bestahlung

V. Beta-Luftaktivität und Sonnenfleckentätigkeit

VI. Schlußfolgerungen

VII. Zusammenfassung

VIII. Literaturverzeichnis

I. V e r a n l a s s u n g

Im hiesigen botanischen Institut werden seit 1954 von S c h w e m m l e (1) Keimversuche auf genetischer Grundlage durchgeführt. Als Material dienen Samen verschiedener Oenotherensorten.

Bei allen Versuchen traten große jahresperiodische Schwankungen in der Keimung auf, obwohl die Versuchsbedingungen in bezug auf Feuchtigkeit, Temperatur und Belichtung so konstant wie möglich gehalten wurden.

Schon 1949 fand B ü n n i n g (2,3) bei anderen untersuchten Samen jahresperiodische Schwankungen in der Keimfähigkeit, der Keimgeschwindigkeit und der Förderung der Keimung durch Licht, die auf eine endogene Jahresrhythmik im Samen hinwiesen.

S c h w e m m l e schloß deshalb aus seinen Versuchsergebnissen, daß es für die Schwankungen der Prozentzahlen der gekeimten Samen innerhalb eines Jahres zwei Möglichkeiten der Erklärung gäbe:

1. Die Schwankungen sind durch eine endogene Rhythmik auf Grund genetischer Konstitution der Embryonen in den Samen bedingt.
2. Die Schwankungen kommen als Ausdruck unbekannter Außeneinflüsse zustande.

1957 wurden die graphischen Darstellungen der Keimprozentzahlen mit denen aus den Mittelwerten des Luftdruckes verglichen. Man konnte keine Zusammenhänge feststellen.

Genauso ergebnislos verliefen Überprüfungen in bezug auf Schwankungen im erdmagnetischen Feld.

Bei diesen fortlaufenden Untersuchungen waren S c h w e m m l e und F i s c h e r (4) aufgefallen, "daß diese Schwankungen dann besonders groß waren, wenn Fernsehübertragungen von weit her infolge des starken Auftretens von Sonnenflecken nicht möglich waren."

Herr Prof. M ü l l e r vom Sonnenobservatorium Wendelstein stellte für eine Versuchsserie 1960 Werte für die Sonnenfleckentätigkeit zur Verfügung. Diese sogenannten Relativzahlen wurden mit den Keimprozenten verglichen, und man fand eine gewisse Übereinstimmung.

Um das Problem der Schwankungen in der Keimung zu klären, dachte man an eine Beeinflussung der Keimung durch die Radioaktivität der Luft.

In diesem Zusammenhang wurden die Werte für die Gesamtbetaaktivität der Luft der Meßstation des Wetteramtes vom Flughafen Nürnberg mit den Keimprozent-zahlen verglichen. Die Übereinstimmung war auffallend.

1962 prüfte F i s c h e r (4,5) nun den Keim-

verlauf, indem er die frisch ausgesäten Samen der Oenothera curvifolia künstlich vom 2. bis 5. Tag nach der Aussaat mit geringen Dosen von Betastrahlen (1280 Imp./min. beim benutzten Gerät entsprechend ca. 0,1 mr/min.) bestrahlte. Er fand damals durchschnittlich eine Verbesserung der Keimung um 30% im Gegensatz zu unbestrahlten Samen.

Die von S c h w e m m l e und F i s c h e r beobachteten Beziehungen zwischen der Höhe der Betaaktivität der Luft und dem gleichzeitigen Ansteigen der Keimprozentzahlen zeigen eine gewisse Parallelität.

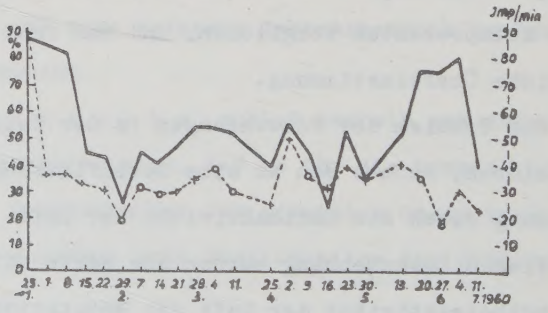

Abb. 1: Keimversuche mit Samen der Oenothera curvifolia, Ernte 1959

——— Keimprozente ----- ß-Aktivität der Luft
o Durchschnittswerte der Werte vom 2.u.3. Tag
+ Durchschnittswerte der Werte vom 3.u.4. Tag

Inwieweit man aber aus der Übereinstimmung der Kurvenmaxima auf kausale Zusammenhänge schließen darf, mußte noch geklärt werden.

Ebenfalls mit dem Problem der Keimabhängigkeit von der Radioaktivität der Luft beschäftigte sich E u g s t e r (6) . Er machte seine Versuche im Simplontunnel und konnte feststellen, daß bei der naturgemäßen Verminderung der Radioaktivität das Wachstum gewisser Algenarten verschlechtert sei.

Resultate in der botanischen Strahlenforschung zeigen vielfach, daß niedrige Strahlendosen eine signifikante Förderung des Wachstums von Pflanzen bewirken.
S ü ß (7) untersuchte die Wirkung kleiner Strahlendosen bei Saatgutbestrahlungen. Er fand, daß bei Getreide eine Ertragssteigerung um durchschnittlich 5% mit Dosen von 10 - 100 r und bei der Kartoffel schon eine maximale Wachstumsförderung mit einer Strahlendosis von 1 r zu erzielen sind.

Vor allem sowjetische Forscher (8,9,10,11,12) bemühten sich um die eindeutige Klärung der physikalischen und biologischen Parameter, die zur Erzeugung von Stimulationen notwendig sind.

Nach L u t s c h n i k (11) kommt es bei Beta- und Gammastrahlungsdosen zu einer Erhöhung der Zellteilungsrate, während Alphastrahlung immer zu einer Hemmung führt.

T i m o f e j e w - R e s s o w s k y (9) erklärte diese Tatsache von der physikalischen Seite her. "Während bei Betabestrahlung in der lebenden Substanz ein relativ homogenes Ionenfeld erzeugt wird und daher pro Zelle nur wenig Ionisierungen und Anregungen erfolgen, liefert eine Alphabestrahlung ein sehr inhomogenes Feld, d.h. in einigen Zellen werden keine, in anderen sehr viele Ionen gebildet. Durch die Strahlung werden direkt oder indirekt Zerfallsprodukte des Proteins im Plasma gebildet, welche toxische Wirkung besitzen. Nach den Grundregeln der Pharmakologie wirken aber geringe Mengen toxischer Stoffe auf den Organismus stimulierend. Bei ß- Bestrahlung kann es daher für die Zellen einen vernünftigen Bereich geben, während die Dichte der Ionisierungen bei Alphabestrahlung auf jeden Fall Mengen von Zerfallsprodukten liefern, die sich letal auswirken. Man erhält somit bei ß-Bestrahlung den typischen Verlauf einer aus Hemmung und Förderung zusammengesetzten Wirkungskurve, während Alphabestrahlung eine Hemmungskurve hervorruft." (K. Kaindl)

Andere Untersuchungen von B r a u n (13) haben gezeigt, daß geringe Konzentrationen von ^{45}Ca in einer Nährlösung das Wachstum von Pflanzen zu fördern vermögen. Eine Aktivitätskonzentration von 0,01 uC ^{45}Ca/ml bewirkt eine deutlich erhöhte Teilungsrate, dagegen bei 0,005 uC ^{45}Ca/ml ist keine Mitosezunahme mehr zu verzeichnen.

Bemerkenswert in diesem Zusammenhang ist noch die Tatsache, daß S c h u b a und H a m a n n (14,15) eine Häufung der Exacerbationen bei Neurodermitis BROCQ fanden, wenn die Betaluftaktivität hoch war. 76% aller neuen Schübe fielen mit einer Erhöhung zusammen.

Die Versuchsergebnisse in der Strahlenforschung zeigen, daß kleinste Dosen (die Schwellendosis liegt im mr-Bereich) schon Stimulationen an Pflanzen hervorrufen. Jedoch sind die Angaben der einzelnen Forscher (16,17,18) über die Reizwirkung kleiner Dosen auf pflanzliches Gewebe unterschiedlich, da die Strahlenwirkung von der Pflanzenart und vom Entwicklungsstadium abhängig ist. Aber schon heute ist gesichert, daß Saatgutbestrahlungen mit Minimaldosen zu Ertragssteigerungen führen.

Auch in der Medizin beobachtet man schon seit

Jahren, daß Röntgenstrahlen in kleinen Dosen gegeben, einen ausgesprochenen Wachstumsreiz erzeugen. Schon 1933 veröffentlichte B ö h m (19) eine Arbeit, in der er direkte Indikationsgebiete für kleine Röntgendosen angibt. Diese sind z.B.: akute und chronische Entzündungen, Furunkel, Karbunkel und Phlegmonen.

II. A u f g a b e s t e l l u n g

Die Aufgabe, die zu untersuchen war, lautet somit, den Einfluß kleinster Strahlendosen auf die Keimfähigkeit von Samen zu prüfen; d.h. speziell: "Ist die Betaaktivität ein keimauslösender Faktor?" Diese Frage müßte mittels zusätzlicher Applikation geringer Dosen von Betastrahlen oder durch Abschirmung der normalen Luftaktivität zu beantworten sein.

III. Methodik

Als Material wurden anfangs Samen aus Freibestäubung der Oenothera berteriana und später Samen aus Selbstungen der Oenothera curvifolia benutzt. Diese Samen wurden unter möglichst konstanten Bedingungen im Thermostaten zum Keimen gebracht.

Abb. 2: Thermostat, in dem die Samen in Schälchen und Pappkästen zum Keimen ausgesetzt wurden

Für jeden Versuch wurden Petrischalen mit einem Durchmesser von 6 cm immer mit dem gleichen Filtrierpapier ausgelegt und anschließend sterilisiert. Das Filtierpapier wurde mit abgekochtem Wasser angefeuchtet, darauf dann ca. 300 Samen der Oenothera berteriana oder ca. 450 Samen der Oenothera curvifolia ausgesät. Die Schälchen mit dem Keimmaterial kamen nun zum Quellen in den noch verdunkelten Thermostaten.

Im Thermostat herrschte eine Temperatur von 24,5°C, die höchstens um ± 0,2°C schwankte. Die Belichtung erfolgte von oben. Eine Atlasröhre 4200 K 40 Watt diente als Lichtquelle. Ihr vorgeschaltet war ein Stabilisator, der für konstante Spannung sorgte. Die Lichtstärke war auf 300 Lux festgesetzt und wurde ständig mit einem Luxmeter geprüft.

Die Belichtung setzte 12 bzw. 24 Stunden nach der Aussaat auf das angefeuchtete Keimbett ein. Die Dauer der Belichtung hing von der Lichtbedürftigkeit der jeweiligen Sorte ab und erstreckte sich über 2 bis 4 Tage; pro Tag 10 Stunden:

Oenothera berteriana: 2 mal 10 Stunden,

Oenothera curvifolia: 3 mal 10 Stunden bzw.
4 mal 10 Stunden.

Belichtet wurden die Samen von 8^{00} bis 18^{00} Uhr.

Nach der Belichtung kamen die Schälchen in schwarze

Pappkästen, um so jeden zusätzlichen Lichteinfluß zu vermeiden.
Im Streulicht einer Cadmiumlampe wurden die gekeimten Samen täglich ausgezählt und aus dem Schälchen entfernt. Jeder einzelne Keimversuch erstreckte sich bei Oenothera berteriana über einen Zeitraum von 10 Tagen und bei Oenothera curvifolia über einen Zeitraum von 15 Tagen. Diese zweitgenannte Art ist lichtbedürftiger und keimt langsamer.
Anschließend an diese sogenannten Dunkelversuche wurden die Schälchen aus dem Thermostaten genommen und zur Nachkeimung 10 Tage dem Tageslicht ausgesetzt. Die Auszählung erfolgte weiter jeden Tag.
Diese Methode ermöglicht eine genaue prozentuale Ausrechnung der Keimung der ausgesäten Samen pro Schälchen.

Ist die Betaaktivität ein keimfördernder Faktor?

1. Zu dieser Frage wurden Vorversuche zur Senkung des Nullpegels durchgeführt. Messungen der Luftaktivität mit einem Gamma-Szintillationszähler und einem Beta-Zählrohr (Endfenster - Typenbezeichnung 15c) in einer oben offenen Bleikammer zeigten eine deutliche Erniedrigung des Nullpegels.

Gamma-Aktivität:

a) Luft: 992 Imp./min.

b) in der Bleikammer: 149 Imp./min.

Beta-Aktivität:

a) Luft: 45 Imp./min.

b) in der Bleikammer: 16 Imp./min.

2. Die Samen wurden in der Zeitspanne vom 2. bis 5. Tag nach der Aussaat noch zusätzlich mit einer geringen Dosis ß-Strahlen bestrahlt.

Falls die Betaaktivität einen positiven Einfluß auf die Keimung ausübt, muß sich im Versuchsergebnis entweder eine Erniedrigung oder eine Erhöhung der Keimprozentzahlen zeigen.

Aus der Betaaktivität der Luft und der für diese Aktivität verantwortlichen Isotope kann man die durch diese Aktivität bedingte Dosisleistung berechnen. In der Annahme, daß die Gesamtradioaktivität eines Jahres eine Dosis von 100 mr erzeugt und daß davon wiederum 10% auf die Betaaktivität entfallen, kommt man zu dem Ergebnis 0,03 mr ß-Aktivität / Tag.

Eine entsprechende Beta-Dosisleistung kann man durch Bestrahlung mit ß-radioaktiven Präparaten erreichen; da die erforderlichen Dosisleistungen außerordentlich klein sind, ist es zweckmäßig,

sie über Elektronenfluß und Ionisierungsvermögen zu bestimmen. Deshalb wurde der Fluß mit einem Szintillationszähler ermittelt. Aus Impulsrate, mittlerer Energie und Ionisierungsvermögen erhält man dann die Dosisleistung.

Als Strahler wurden benutzt:

W^{185} (mittlere Energie 0,2 MeV) und

Sr^{90} (mittlere Energie 0,55 MeV).

Die Höhe der gewählten Dosis geht aus der Beschreibung der Versuchsserien hervor.

IV. Beschreibung der Versuchsserien und Ergebnisse

Beeinflußt eine bestrahlte Probe die anderen Samen in der Keimung?

Fischer hatte 1962 bei seinen Versuchen geäußert, daß bestrahlte Samen unbestrahlte Samen im Sinne einer Keimverbesserung beeinflussen. Aus diesem Grunde wurde diese Frage an den Anfang der Untersuchungen gestellt, um festzustellen, ob man in den folgenden Versuchen innerhalb einer einzigen Reihe gleichzeitig verschiedene Dosishöhen applizieren kann.

Versuchsanordnung:

1. Kontrollversuch:

   Die Samen wurden gesondert in einem zweiten Thermostaten zum Keimen gebracht. Die Versuchsbedingungen in bezug auf Temperatur, Belichtung und Feuchtigkeit waren vollkommen identisch mit dem Hauptversuch.

2. Hauptversuch:

   Im Thermostat befanden sich gleichzeitig:

   a) unbestrahlte Samen

   b) bestrahlte Samen

   d) bestrahltes und unbestrahltes Samengut gemischt.

Material:	Oenothera berteriana
Belichtung:	2. und 3. Tag, jeweils 10 Stunden 300 Lux
Bestrahlung:	Applikation von 0,0225 mr und 0,0007 mr
	Die Applikation erfolgte am 3. Tag nach der Aussaat.

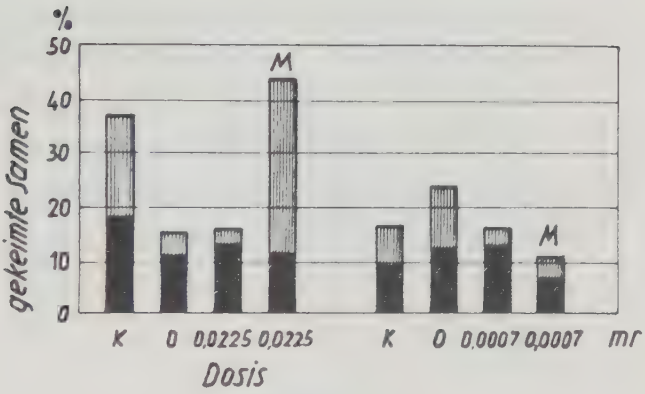

Abb. 3: Keimversuche zur Feststellung gegenseitiger Beeinflussung zwischen bestrahlten und unbestrahlten Samen

K - Kontrollversuch
M - Mischung aus bestrahlten und unbestrahlten Samen
schraffierter Anteil - Schwankungsbreite

Die Samen keimten innerhalb einer großen Schwankungsbreite. Es ist kein Effekt der Bestrahlung noch einer gegenseitigen Beeinflussung festzustellen.

Aus den Versuchsergebnissen von S c h w e m m l e geht schon hervor, daß die Samen an verschiedenen Tagen nach der Aussaat unterschied-

lich empfindlich gegenüber äußeren Einflüssen sind. So kann man zum Beispiel durch Änderung des Zeitpunktes des Einsetzens der Belichtung die Keimprozentzahl erhöhen oder erniedrigen. Dabei blieben die anderen Faktoren wie Temperatur und Feuchtigkeit konstant, auch die zugeführte Lichtmenge von 4 mal 10 Stunden. 300 Lux. Der Zeitpunkt der Belichtung wurde einmal 12 Std. bzw. 36 Std. nach der Aussaat auf das Keimbett gewählt.

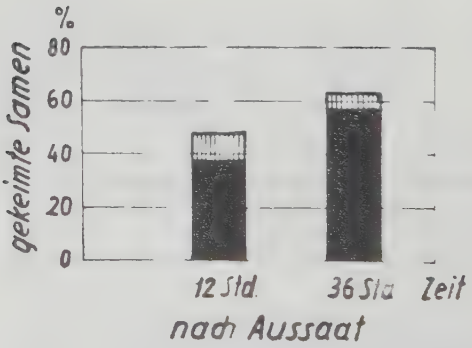

Abb. 4: Prozentzahl der gekeimten Samen in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Belichtung

Nach 12 Stunden keimten im Durchschnitt 44%,

nach 36 Stunden 59% der ausgesäten Samen. Außerdem kann man aus diesem Versuchsergebnis schließen, daß die größte Empfindlichkeit gegenüber äußeren Einflüssen am 2. bis 4. Tag nach der Aussaat liegt.

In der Annahme, daß der Keimverlauf in Form einer S-Kurve erfolgt, wäre eine Keimprozentausgangslage von ungefähr 30 bis 60% als günstig anzusehen.

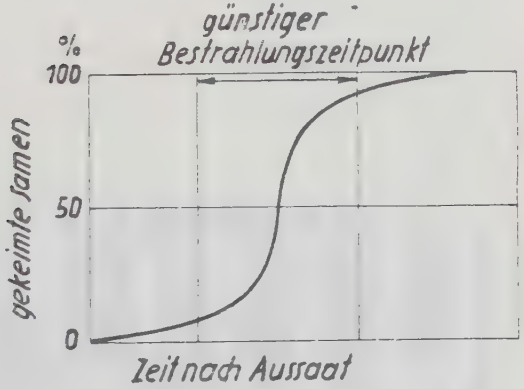

Abb. 5: Günstiger Bestrahlungszeitpunkt bei S-förmigem Keimverlauf

Sollte nämlich die Betaaktivität ein keimauslösender Faktor sein, mußte eine zusätzliche Applikation einer geringen Dosis von B-Stranlen in dieser Keimlage einen deutlichen Effekt

zeigen.

In mehreren Versuchsreihen wurden nun die Samen mit beta-radioaktiven Präparaten bestrahlt, wobei die Dosis variiert wurde.

1. Versuch

Versuchsanordnung: s.o.

Material: Oenothera berteriana

Belichtung: 2 mal 10Std. 300Lux am 2.u.3. Tag

Bestrahlung: am 2.,3. bzw. 4. Tag mit jeweils

0,001 mr
0,022 mr
0,225 mr

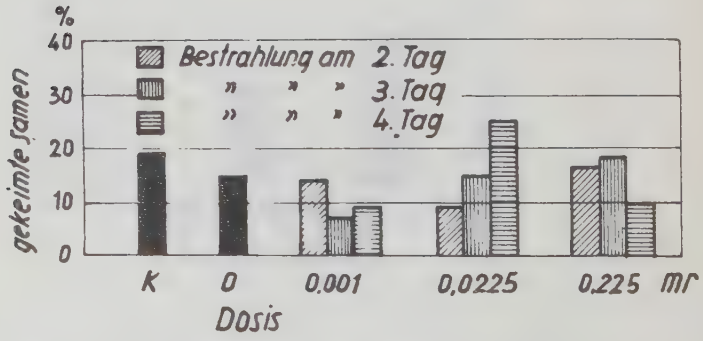

Abb. 6: Keimprozentzahlen bei Variation der Dosishöhe

Aus dem Ergebnis kann man auf keinen Einfluß der

Betaaktivität in Richtung Keimverbesserung schließen. Die Samen keimten lediglich auch hier mit der schon früher festgestellten großen Schwankungsbreite.

2. Versuch

Material: Oenothera curvifolia

Belichtung: 4 mal 10 Std. 300 Lux am 2.,3.,4. und 5. Tag

Bestrahlung: am 3. Tag mit jeweils 0,001 mr
0,022 mr
0,225 mr
2,25 mr

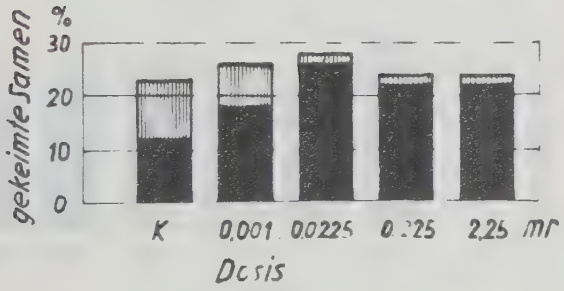

Abb. 7: Keimprozentzahlen bei Variation der Dosishöhe

K - Kontrollversuch
schraffierter Anteil - Schwankungsbreite

Die bestrahlten Samen keimten durchschnittlich etwas besser als diejenigen im Kontrollthermostaten.

3. Versuch

Material: Oenothera curvifolia

Belichtung: 3 mal 10 Std. 300 Lux am 1.,2.u.3.Tg.

Bestrahlung: am 2. und 3. Tag mit jeweils

0,45 mr (ges. 0,9 mr)
4,5 mr (ges. 9,0 mr)
45,0 mr (ges. 90 mr)
450 mr (ges. 900 mr)

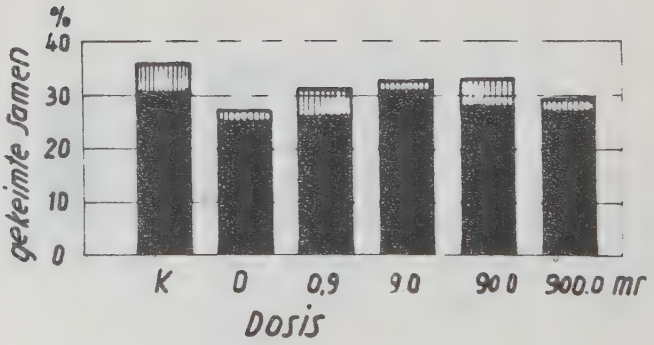

Abb. 8: Keimprozentzahlen bei Variation der Dosishöhe und Bestrahlung an 2 Tagen

K - Kontrollversuch
schraffierter Anteil - Schwankungsbreite

Diese Versuchswiederholung unter etwas abgeänderten Bedingungen (Bestrahlung an 2 Tagen) zeigte ebenfalls kein eindeutiges Ergebnis. Man muß annehmen, daß im Versuch 2 die geringe Keimprozenterhöhung im Bereich der normal auftretenden Schwankung liegt, und der Kontrollversuch etwas schlechter keimte.

4. Versuch

In zwei Versuchsreihen wurden jeweils ungefähr 1000 Samen in einer oben offenen Bleikammer zum Keimen ausgesetzt.

Der Vorversuch hatte ja ergeben, daß in der Bleikammer eine Verminderung sowohl der Beta- als auch der Gamma-Luftaktivität erreicht wird. Eine evt. auftretende Verschlechterung der Keimung, falls die Betaaktivität einen Einfluß auf den Keimprozeß ausüben sollte, konnte nicht erzielt werden.

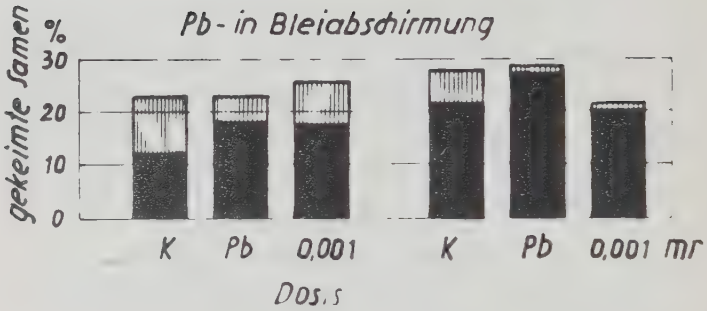

Abb. 9: Keimversuche in Bleiabschirmung

K -Kontrollversuch
Pb-in Bleiabschirmung

Die Keimprozentzahlen liegen sogar höher als im Kontrollversuch. Die zur gleichen Zeit mit einer Dosis von 0,001 mr bestrahlten Samen keimten in keiner Weise anders.

5. Versuch

Da die Variation der Dosishöhe zu keinem sichtbaren Erfolg geführt hatte, wurde nun noch der Zeitpunkt der Bestrahlung verändert. Außerdem wurden noch verschiedene Dosen von ß-Strahlen appliziert.

Material: Oenothera curvifolia

Belichtung: 4 mal 10 Std. 300 Lux am 1.,2.,3.u.4.Tg.

Bestrahlung: am 2.u.3. Tag und am 3.u.4. Tag mit
0,0135 mr
0,067 mr
0,335 mr

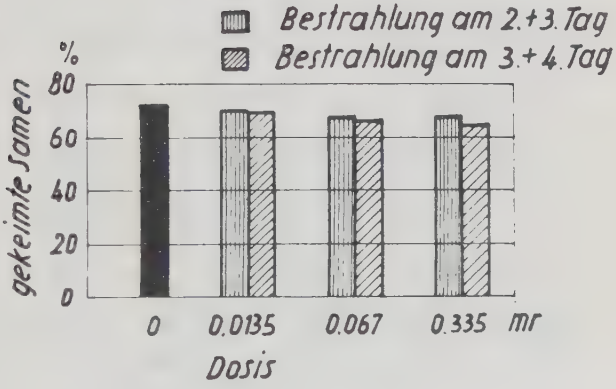

Abb. 10: Keimprozentzahlen bei Variation der Dosishöhe und Variation des Zeitpunktes der Bestrahlung

Die Betaaktivität blieb wieder ohne Einfluß auf die Keimung.

V. Beta-Luftaktivität - Sonnenfleckentätigkeit

Die von Schwemmle und Fischer (4) festgestellten Beziehungen zwischen der Sonnenflekkentätigkeit bzw. Beta-Luftaktivität und der Keimung von Samen führten zu der Überlegung, daß dann auch eine Parallelität der Kurven aus Relativzahlen (R - Maß für die Sonnenfleckentätigkeit) und der Beta-Luftaktivität vorhanden sein müsse.
Um dies zu prüfen wurden uns vom Frauenhofer Institut / Freiburg die Relativzahlen für die Monate März bis Juli 1963 zur Verfügung gestellt. Werte für die ß-Luftaktivität erhielten wir von der Radioaktiv-Meßstation Regensburg. Die Angaben sind in Imp./min gemacht worden. Es wurden Durchschnittswerte aus dem Maximal- und Minimalwert / Tag gebildet. Auszugsweise sind die Werte für die Relativzahlen und für die Beta-Luftaktivität der Monate März, Juni und Juli graphisch dargestellt.

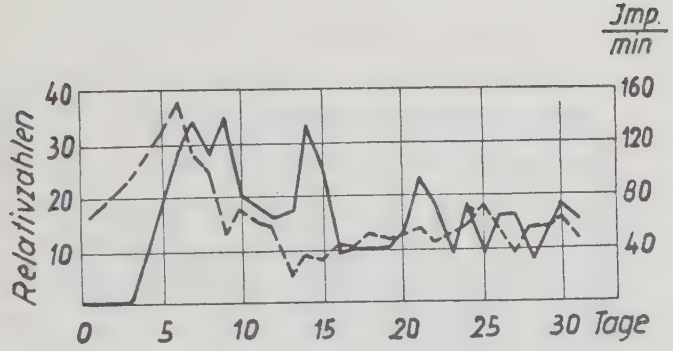

Abb. 11: Graphische Darstellung der Werte fur die Sonnenfleckentätigkeit und für die Beta-Luftaktivität: Monat M ä r z

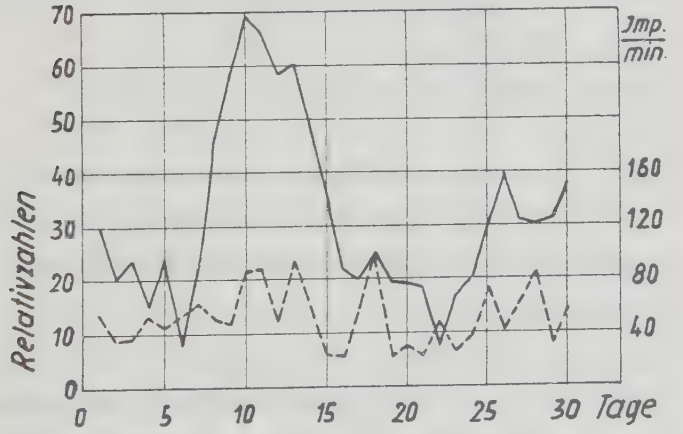

Abb. 12: Graphische Darstellung der Werte für die Sonnenfleckentätigkeit und für die Beta-Luftaktivität: Monat J u n i

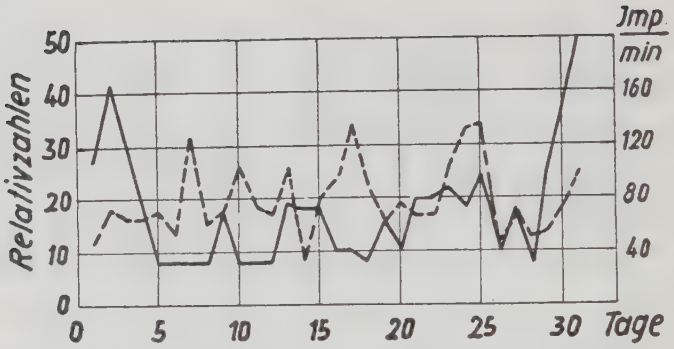

Abb. 13: Graphische Darstellung der Werte für die Sonnenfleckentätigkeit und für die Beta-Luftaktivität: Monat J u l i

——— Relativzahlen

------ ß-Aktivität der Luft in Imp./min.

Anhand des unterschiedlichen Kurvenverlaufes ist eine Parallelität bzw. ein Zusammenhang zwischen Sonnenfleckentätigkeit und ß-Luftaktivität nicht zu entnehmen.

Täglich über einen Monat durchgeführte Messungen der ß-Luftaktivität in dem Raum, in dem sich die Thermostaten mit den Samen befanden, ergaben ganz unterschiedliche Werte. So sank zum Bespiel die

Aktivität bei längerer Lüftung des Raumes stark ab. Gleichzeitig durchgeführte Messungen im Versuchsraum und im Treppenhaus zeigten deutlich von einander abweichende Werte, zum Beispiel:

Versuchsraum - 779 Imp./min
Treppenhaus - 71 Imp./min

Die Höhe der ß-Aktivität ist also an den einzelnen Meßorten unterschiedlich.
Aus dieser Beobachtung heraus kann man sagen, daß Meßwerte der ß-Aktivität von außerhalb nicht mit den Keimprozentzahlen verglichen werden dürfen.

VI. Schlußfolgerungen

Zur Frage, "ist die Betaaktivität ein keimfördernder Faktor?" wurden folgende Ergebnisse erzielt: alle Versuche, sowohl die Verminderung der natürlichen Luftaktivität als auch die zusätzliche Bestrahlung mit beta-radioaktiven Präparaten geringer Dosisleistung verliefen negativ.
Anhand der gewonnenen Ergebnisse kann man sagen, daß unter den vorher beschriebenen Versuchsbedingungen die Betaaktivität keinen Einfluß auf die Keimung von Samen ausübt.
Die zufällige Parallelität der von Schwemmle und Fischer aufgestellten Kurven (Abb.1) schließen nicht aus, daß es noch einen unbekannten Außenfaktor gibt, der positiv auf die Keimung wirkt. Vielleicht verläuft dieser Faktor

annähernd im Gleichklang mit der Sonnenfleckentätigkeit und der Beta-Luftaktivität.
Es bleibt also noch zu klären, durch welchen äußeren Faktor die großen Keimschwankungen hervorgerufen werden.

VII. Zusammenfassung

An einem Samengut von ca. 45000 Stück wurde der Einfluß der Betaaktivität auf den Keimprozeß geprüft, indem die normale Luftaktivität vermindert oder indem das Samenmaterial zusätzlich bestrahlt wurde. Dabei wurden die Samen unter möglichst konstanten Bedingungen in bezug auf Temperatur, Feuchtigkeit und Belichtung zum Keimen gebracht. Eine zusätzliche Applikation geringer Dosen von Betastrahlen (0,001 - 900 mr) in den ersten vier Tagen nach der Aussaat zeigte keinerlei Wirkung auf die Keimung. Eine Verminderung der natürlichen Luftaktivität konnte in Bleiabschirmung erzielt werden. Das Versuchsergebnis war ebenfalls negativ.
Die Beta-Aktivität kann man somit als keimfördernden Faktor ausschließen.

VIII. Literaturverzeichnis

1.) SCHWEMMLE, J. : Keimversuche auf genetischer Grundlage, Planta 56, 357 (1961)

2.) BÜNNING, E. : Zur Physiologie der endogenen Jahresrhythmik in Pflanzen, speziell in Samen, Z. Naturforsch. 4b, 167 (1949)

3.) BÜNNING, E. und MÜSSLE, L. : Der Verlauf der endogenen Jahresrhythmik in Samen unter dem Einfluß verschiedenartiger Außenfaktoren, Z. Naturforsch. 6b,108 (1951)

4.) SCHWEMMLE, J. und FISCHER, H. : Wodurch sind die großen Schwankungen bei der Keimung von Oenotheren-Samen bedingt?, Berichte der Deutschen Botan. Ges., Bd.LXXVI, 147 (1963)

5.) FISCHER, H.P. : Drei Oenotheren aus dem neuen Subgenus Renneria, Fedd. Rep. 64, 2/3, 233 (1962)

6.) EUGSTER, J. : The concept of the natural Radiation Environment, (1962) im Druck

7.) SÜSS, A. : Über die Wirkung kleiner Strahlendosen bei Saatgutbestrahlung, Atompraxis 9, 86 (1963)

8.) PORJADKOWA, N.A. : Die Methodik und die Resultate einiger Versuche über Radiostimulation von Pflanzen, Biofizika I/7, 597 (1956)

9.) TIMOFEJEW-RESSOWSKY, N.B. : Die biophysikalische Interpretation der Radiostimulationsphänomene an Pflanzen, Biofizika I/7,616 (1956)

10.) BRESSLAWETZ, L.L. und BERESINA, N.N. : Die Wirkung ionisierender Bestrahlung auf das Wachstum und die Entwicklung einiger landwirtschaftlicher Pflanzen, Biofizika I/7, 628 (1956)

11.) LUTSCHNIK, N.B. : Über den Einfluß der Fraktionierung und der Dosis auf den zytologischen Effekt der Bestrahlung, Biofizika I/7, 633 (1956)

12.) KUZIN, A.M. und STRASCHEWSKAJA, N.B. : Über den Einfluß der ionisierenden Strahlung auf die Permeabilität des pflanzlichen Gewebes, Biofizika I/7, 636 (1956)

13.) BRAUN, H. : Die Beeinflussung des Pflanzenwachstums durch Radionuklide im maximal zulässigen Konzentrationsbereich, Naturwissenschaften 51, 199 (1964)

14.) HASSELMANN, C.M. und SCHUBA, K. : Schübe von Neurodermitis BROCQ und Messungen von Radioaktivität und "Fall-Out", Archiv f. klin. und experim. Dermatologie, 212, 319 (1961)

15.) SCHUBA, K. und HAMANN, K. : Schübe von Neurodermitis BROCQ und Messungen von Radioaktivität und "Fall-Out", Z. f. Haut- und Geschlechtskrankheiten, Bd.XXXII, 333 (1962)

16.) KAINDL, K. und LINSER, H. : "Radiation in agricultural research and practice", Review Series No.10, IAEA, Wien (1961)

17.) KUZIN, A.M. : Radiobiologija 4, 598 (1961)

18.) KUZIN, A.M. und BERESINA, M.M. : "The influence of Gamma-irradiation of the seeds on

the development and metabolism of the plant", Second Intern. Congress of Radiation Research, Harrogate 1962

19.) BÖHM, A. : Über die Röntgenstrahlung als unspezifische Reiztherapie, Strahlentherapie 46, 130 (1933)

Für die freundliche Überlassung
des Themas meiner Dissertation
möchte ich Herrn Prof. Dr. Ing.
F. Wachsmann vielmals danken.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. J. Schwemmle und Herrn Dipl. Physiker Th. Schmidt für die jederzeit wertvolle Unterstützung und Beratung bei der Durchführung meiner Arbeit.

L e b e n s l a u f

Am 3.4.1940 wurde ich, Inge Robra, als Tochter des Schlossermeisters Walter Robra und seiner Ehefrau Lisa, geb. Busse, in Salzwedel / Altm. geboren.

Von 1946 bis 1954 besuchte ich die Grundschule und anschließend die Oberschule in Beetzendorf. 1958 schloß ich die Oberschulbildung mit dem Abitur ab.

Im September 1958 begann ich mein Medizinstudium an der Martin - Luther - Universität in Halle, wo ich 1959 das Vorphysikum ablegte.

Seit 1961 befinde ich mich in Erlangen. An der hiesigen Universität machte ich 1962 mein Physikum. Nach Abschluß der klinischen Semester ersuchte ich im April 1965 an der Universität Erlangen - Nürnberg um Zulassung zur ärztlichen Prüfung.

Am 5. August 1965 beendete ich mein Studium erfolgreich mit dem medizinischen Staatsexamen.

Inge Robra

Buchdruck und Fotodruck Ludwig Müller, Erlangen, Fahrstraße 5